

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-211020
(43)Date of publication of application : 15.08.1997

(51)Int.Cl. G01P 15/10
H01L 29/84
H01L 41/08

(21)Application number : 08-019595

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 06.02.1996

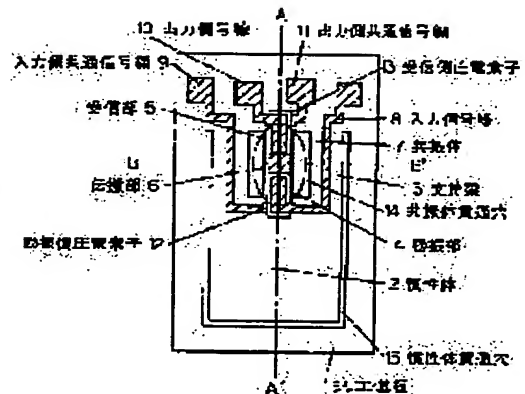
(72)Inventor : SHIMIZU NORITOMO
SAGAWA USHIO
MAEDA SHIYUUKO
IWAZAWA TOSHIYUKI
MIURA MASAYOSHI
SATO TAKEO

(54) ACCELERATION SENSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a compact and highly-sensitive acceleration sensor to which a silicon LSI forming process is applicable with a symmetrical wiring pattern connected to a resonating body formed on a supporting beam and its vicinity.

SOLUTION: This acceleration sensor comprises an inertia body 2 movable by acceleration, a supporting beam 3 which supports the inertia body 2 and deforms when the inertia body 2 moves and a resonating body 7 fixed next to the supporting beam 3 with an exciter 4 made of a piezoelectric element, a receiver 5 made of a piezoelectric element and a propagator 6. When acceleration is impressed, the impressed acceleration is measured by detecting the change of the resonating state of the resonating body 7 generated by the deformation of the resonating body 7 according to the deformation of the supporting beam 3 from the input signals into the exciter 4 and the output signals out of the receiver 5. In addition, an input-side common signal line 9 and an output-side common signal line 11 are provided with zero potential and simplified as a mutually-connected incorporated structure.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-211020

(43) 公開日 平成9年(1997)8月15日

(51) IntCl. ⁴	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 P 15/10			G 0 1 P 15/10	
H 0 1 L 29/84			H 0 1 L 29/84	A
41/08			41/08	Z

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 17 頁)

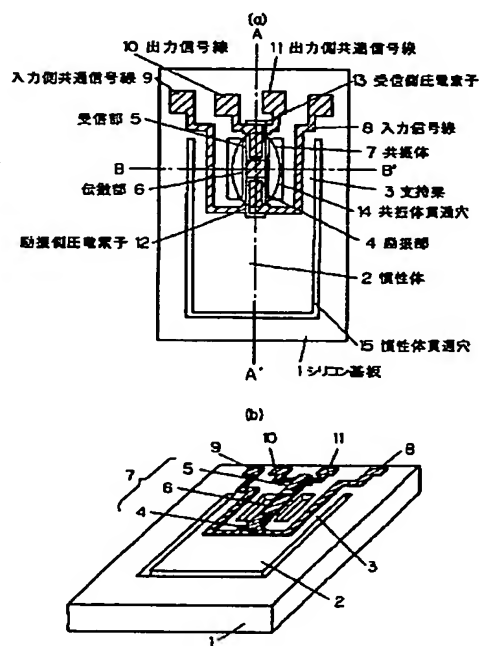
(21) 出願番号	特願平8-19595	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成8年(1996)2月6日	(72) 発明者	清水 紀智 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内
		(72) 発明者	寒川 潮 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内
		(72) 発明者	前田 修子 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 滝本 智之 (外1名) 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加速度センサー

(57) 【要約】

【課題】 半導体プロセスが適用可能で、温度変化、雑音混入等による影響がなく高精度の共振型加速度センサーを提供する。

【解決手段】 加速度により移動可能な慣性体2と、慣性体2を支持しその移動時に変形する支持梁3と、支持梁3に隣接して設置された圧電素子の励振部4と圧電素子の受信部5と伝播部6とを有する共振体7を備え、加速度が印加された際、支持梁3の変形に対応した共振体7の変形により生じるその振動状態の変化を励振部4への入力信号と受信部5よりの出力信号により検出して、印加された加速度を測定する加速度センサーであって、支持梁3及びその近傍上に形成された共振体7へ連絡する配線パターンが対称形を有する構成に代表される加速度センサーである。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 加速度により移動可能な慣性体と、前記慣性体を支持し慣性体の移動時に変形する支持梁と、前記支持梁に隣接して設置された圧電素子からなる励振部と圧電素子からなる受信部と伝播部とを有する共振体を備え、加速度が印加された際、前記支持梁の変形に対応した共振体の変形により生じる共振体の振動状態の変化を前記励振部への入力信号と受信部よりの出力信号により検出して、印加された加速度を測定する加速度センサーであって、前記支持梁及びその近傍上に形成された前記共振部へ連絡する配線パターンが対称形を有する加速度センサー。

【請求項 2】 加速度センサーは、単一の基板を利用して形成され、前記基板上で配線パターンが対称形を有する請求項 1 記載の加速度センサー。

【請求項 3】 加速度により移動可能な慣性体と、前記慣性体を支持し慣性体の移動時に変形する支持梁と、前記支持梁に隣接して設置された圧電素子からなる励振部と圧電素子からなる受信部と伝播部とを有する共振体を備え、加速度が印加された際、前記支持梁の変形に対応した共振体の変形により生じる共振体の振動状態の変化を前記励振部への入力信号と受信部よりの出力信号により検出して、印加された加速度を測定する加速度センサーであって、基板はシリコン製であり、前記共振部へ連絡する配線パターンと前記基板との間に不純物拡散領域を有する加速度センサー。

【請求項 4】 不純物拡散領域が、0 電位側信号線として機能する請求項 3 記載の加速度センサー。

【請求項 5】 加速度により移動可能な慣性体と、前記慣性体を支持し慣性体の移動時に変形する支持梁と、前記支持梁に隣接して設置された圧電素子からなる励振部と圧電素子からなる受信部と伝播部とを有する共振体を備え、加速度が印加された際、前記支持梁の変形に対応した共振体の変形により生じる共振体の振動状態の変化を前記励振部への入力信号と受信部よりの出力信号により検出して、印加された加速度を測定する加速度センサーであって、受信部の圧電素子に連絡された一対の配線パターン間における静電容量の内、前記圧電素子に対応した領域以外の層間絶縁膜に起因した静電容量が、前記圧電素子に対応した領域の層間絶縁膜に起因した静電容量の $1/10$ 以下である加速度センサー。

【請求項 6】 加速度により移動可能な慣性体と、前記慣性体を支持し慣性体の移動時に変形する支持梁と、前記支持梁に隣接して設置された圧電素子からなる励振部と圧電素子からなる受信部と伝播部とを有する共振体を備え、加速度が印加された際、前記支持梁の変形に対応した共振体の変形により生じる共振体の振動状態の変化を前記励振部への入力信号と受信部よりの出力信号により検出して、印加された加速度を測定する加速度センサーであって、前記共振部へ連絡する配線パターンの内、

前記圧電素子により形成される段差を通過する部分の配線パターンは、平坦領域上の配線パターンよりも幅が広い加速度センサー。

【請求項 7】 加速度により移動可能な慣性体と、前記慣性体を支持し慣性体の移動時に変形する支持梁と、前記支持梁に隣接して設置された圧電素子からなる励振部と圧電素子からなる受信部と伝播部とを有する共振体を備え、加速度が印加された際、前記支持梁の変形に対応した共振体の変形により生じる共振体の振動状態の変化を前記励振部への入力信号と受信部よりの出力信号により検出して、印加された加速度を測定する加速度センサーであって、更に、環境変化には対応するが加速度変化には対応しない出力信号を出力する温度補償用センサーを有する加速度センサー。

【請求項 8】 温度補償用センサーは、温度変化時に変形する支持梁と、前記支持梁に隣接して設置された圧電素子からなる励振部と圧電素子からなる受信部と伝播部とを有する共振体を備え、温度が変化した場合、前記支持梁の変形に対応した共振体の変形により生じる共振体の振動状態の変化を前記励振部への入力信号と受信部よりの出力信号により検出して、温度変化を測定する請求項 7 記載の加速度センサー。

【請求項 9】 加速度により移動可能な慣性体と、前記慣性体を支持し慣性体の移動時に変形する支持梁と、前記支持梁に隣接して設置された圧電素子からなる励振部と圧電素子からなる受信部と伝播部とを有する共振体を備え、加速度が印加された際、前記支持梁の変形に対応した共振体の変形により生じる共振体の振動状態の変化を前記励振部への入力信号と受信部よりの出力信号により検出して、印加された加速度を測定する加速度センサーであって、前記共振部へ連絡する配線パターンは、前記支持梁を第 1 の方向に変形させる力を印加する構成要素と、前記第 1 の方向の反対方向に変形させる力を印加する構成要素とを有する加速度センサー。

【請求項 10】 伝播部と慣性体は、基板に形成された不純物拡散領域を利用して形成された請求項 1 から 9 のいずれかに記載の加速度センサー。

【請求項 11】 シリコン基板内の不純物拡散領域の異なる拡散深さをストップ層として利用したエッチング加工により、互いに厚さの異なる支持梁と伝播部とを形成する請求項 10 記載の加速度センサーの形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、車両等の加速度を検出・測定するための加速度センサーに関し、特に、小型でかつ高精度のシリコン基板を用いた高精度の加速度センサーを良く作製するための構造ならびに製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、加速度センサーの開発が盛んとな

っており、様々な種類の加速度センサーが提案されている。

【0003】この中で、直流成分の加速度を正確に検出する加速度センサーとして、梁のたわみによる張力を利用し、励振側で発生した振動の共振周波数の変化を受信するいわゆる共振型加速度センサーが注目されてきている。

【0004】以下、図面を参照しながら、従来の共振型加速度センサーの構造について説明する。

【0005】図13は、従来の共振型加速度センサーの構成図であり、図13(a)は、従来の共振型加速度センサーの平面図、及び図13(b)は、そのA-A断面図である。

【0006】図13において、200は振動体、201は慣性体であり、振動体200は、励振部202、受信部203及び伝搬部204から構成されている。

【0007】また、慣性体201は、車両体側に支持梁205で連結されている。このような構成において、加速度が印加されると、慣性体201が上下して支持梁205がたわむと共に振動体200は伸び縮みする。

【0008】そのため、加速度が変化した際には振動体200の共振周波数が変化することになり、この周波数変化を検出することにより加速度を測定することが可能となる。

【0009】このような構成の場合、振動体200の伸縮は振動体200への張力に関連しており、加速度に対する方向性を示さないようにするためには、振動体200が支持梁205の変形のみにより張力を受ける必要がある。

【0010】また、従来、単結晶シリコン基板を用い加工する場合、p型ドーパントであるボロンを不純物拡散し、基板導電体によりエッチングレートの異なるエッチャント、たとえばエチレンジアミンピロカテコール(EDP)やKOH水溶液を用い基板の加工を行っていた。

【0011】このようにして、シリコン基板を加工したものとしては、例えばセンサーズ・アンド・アクチュエーターズ(Sensors and Actuators B, p. 212, (1993))に記載されているものがある。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような構成の共振型加速度センサーでは、加速度センサーの小型化に伴いシリコンLSI形成プロセスを利用した場合、微細化に伴い従来問題とならなかった部分の精密な制御が必要となってくる。

【0013】とりわけ、各構造物の膜厚が薄くなるに伴いプロセス過程において発生する熱履歴がストレスを発生し、その結果、支持梁へ不均一な応力が加わり、正確な加速度の検出が不可能になってしまう。

【0014】このような熱履歴によるストレスは、配線

パターンからの応力が支持梁に不均一に伝えられた場合、支持梁にねじれ等の変形を引き起こしてしまう。

【0015】ねじれた構造の支持梁を有する加速度センサーにおいては加速度を与えた場合、加速度に対する方向性を持った出力信号が発生してしまうことになる。

【0016】さらに、センサー自体の微細化が行われた場合、信号検出領域も微細化され出力信号の強度自体も小さくなってしまう。

【0017】その結果、出力信号に対して寄生配線間容量が大きくなることで、出力信号に対して雑音が大きくなり、つまり、出力信号が、寄生配線間容量によって減衰してしまい出力信号を正確に伝達することができなくなってしまう。

【0018】また、この配線間容量は、出力信号線どうしの寄生配線容量だけでなく、出力信号線とシリコン基板間の寄生配線容量に関しても発生する。

【0019】一方、シリコンLSI形成プロセスを用いて共振型加速度センサーを形成する場合、通常配線材料はスパッタデポジションにより形成される。

【0020】スパッタデポジションにより配線を形成する場合、スパッタ工程の中でポジションレートは大きくすることができないため、工程上配線の膜厚は厚くすることが不可能となってしまうが、薄い膜厚の配線を用いた場合、段差上での配線が切れてしまい配線不良を引き起こしてしまう。

【0021】また、シリコンLSI形成プロセスを用いる場合、多数の共振型加速度センサーが同一基板内に形成されるため、特性のそろった加速度センサーを形成する場合、共振周波数特性がウエハー内でそろったものを形成する必要があるが、この共振周波数は共振体の膜厚に依存する。

【0022】そして、加速度に対する感度は、支持梁の曲がり量に依存するため、支持梁の膜厚によっても感度に変化する。

【0023】従って、2種類の膜厚の異なる領域を、ウエハー内に、制御性良く形成する必要がある。

【0024】しかしながら、エッチャントを用いたエッチングによるシリコン基板の加工としては、所望の領域を残すことに応用されていたが、エッチングレートがばらついてしまうことから、膜厚の正確な制御を目的に用いられることはなかった。

【0025】また、共振型加速度センサーにおいては、環境温度の変化により共振体が熱膨張を起こし、その結果共振体の張力の変化が発生する共振体の張力変化は共振周波数の変化を引き起こす。

【0026】例えば、共振周波数が、温度変化1℃につき、800Hzの変動をもたらしということが知られている。

【0027】この温度による共振周波数の変化が発生した場合、加速度による共振周波数の変化と分離して測定

することが不可能となり、正確な加速度の測定ができなくなるという課題を有していた。

【0028】本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、共振型加速度センサーにさらに改良を加え、シリコンLSI形成プロセスを用い形成することが容易であって、小型で感度の良い加速度センサーを提供することにある。

【0029】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の加速度センサーは、加速度により移動可能な慣性体と、慣性体を支持し慣性体の移動時に変形する支持梁と、支持梁に隣接して設置された圧電素子からなる励振部と圧電素子からなる受信部と伝播部とを有する共振体を備え、加速度が印加された際、支持梁の変形に対応した共振体の変形により生じる共振体の振動状態の変化を励振部への入力信号と受信部よりの出力信号により検出して、印加された加速度を測定する共振型加速度センサーを基本構成とし、以下の特徴的構成を、単独で、又は任意に組み合わせて有するものである。

【0030】まず、支持梁及びその近傍上に形成された共振部へ連絡する配線パターンが対称形を有する加速度センサーである。

【0031】次に、共振部へ連絡する配線パターンと基板との間に不純物拡散領域を有する加速度センサーである。

【0032】次に、受信部の圧電素子に連絡された一対の配線パターン間における静電容量の内、圧電素子に対応した領域以外の層間絶縁膜に起因した静電容量が、受信側圧電素子に対応した領域の層間絶縁膜の静電容量の1/10以下である加速度センサーである。

【0033】次に、共振部へ連絡する配線パターンの内、圧電素子により形成される段差を通過する部分の配線パターンは、平坦領域上の配線パターンよりも幅が広い加速度センサーである。

【0034】次に、環境変化には対応するが加速度変化には対応しない出力信号を出力する温度補償用センサーを有する加速度センサーである。

【0035】次に、共振部へ連絡する配線パターンは、支持梁を第1の方向に変形させる力を印加する構成要素と、第1の方向の反対方向に変形させる力を印加する構成要素とを有する加速度センサーである。

【0036】最後に、伝播部と慣性体は、基板に形成された不純物拡散領域を利用して形成された加速度センサーである。

【0037】以上の構成により、シリコンLSI形成プロセスを用い形成することが容易であって、小型で感度の良い加速度センサーを提供する。

【0038】

【発明の実施の形態】まず、請求項1に記載された本発明は、加速度により移動可能な慣性体と、前記慣性体を

支持し慣性体の移動時に変形する支持梁と、前記支持梁に隣接して設置された圧電素子からなる励振部と圧電素子からなる受信部と伝播部とを有する共振体を備え、加速度が印加された際、前記支持梁の変形に対応した共振体の変形により生じる共振体の振動状態の変化を前記励振部への入力信号と受信部よりの出力信号により検出して、印加された加速度を測定する加速度センサーであって、前記支持梁及びその近傍上に形成された前記共振部へ連絡する配線パターンが対称形を有する加速度センサーである。

【0039】ここで、請求項2記載のように、加速度センサーは、単一の基板を利用して形成され、前記基板全体上で配線パターンが対称形を有していてもよい。

【0040】このような構成により、加速度センサー形成プロセス中の熱履歴により支持梁へ応力を与えた場合においても支持梁にねじれを発生させることがないため、加速度に対し方向性を持った出力信号とならず、正確な加速度を検出することが可能となる。

【0041】また、請求項3記載の本発明は、加速度により移動可能な慣性体と、前記慣性体を支持し慣性体の移動時に変形する支持梁と、前記支持梁に隣接して設置された圧電素子からなる励振部と圧電素子からなる受信部と伝播部とを有する共振体を備え、加速度が印加された際、前記支持梁の変形に対応した共振体の変形により生じる共振体の振動状態の変化を前記励振部への入力信号と受信部よりの出力信号により検出して、印加された加速度を測定する加速度センサーであって、基板はシリコン製であり、前記共振部へ連絡する配線パターンと前記基板との間に不純物拡散領域を有する加速度センサーである。

【0042】ここで、請求項4記載のように、不純物拡散領域が、0電位側信号線として機能していてもよい。

【0043】このような構成により、励振側や受信側の共通信号線と基板間で、寄生容量が発生して、出力信号が減衰することがなくなる。

【0044】また、請求項5記載の本発明は、加速度により移動可能な慣性体と、前記慣性体を支持し慣性体の移動時に変形する支持梁と、前記支持梁に隣接して設置された圧電素子からなる励振部と圧電素子からなる受信部と伝播部とを有する共振体を備え、加速度が印加された際、前記支持梁の変形に対応した共振体の変形により生じる共振体の振動状態の変化を前記励振部への入力信号と受信部よりの出力信号により検出して、印加された加速度を測定する加速度センサーであって、受信部の圧電素子に連絡された一対の配線パターン間における静電容量の内、前記圧電素子に対応した領域以外の層間絶縁膜に起因した静電容量が、前記圧電素子に対応した領域の層間絶縁膜に起因した静電容量の1/10以下である加速度センサーである。

【0045】このような構成により、センサーの微細化

に伴う信号検出領域の微細化による出力信号の減少が発生した場合においても、出力信号に対して雑音成分が大きくなったり、出力信号が寄生配線間容量によって減衰してしまい出力信号を正確に伝達することができなくなってしまうことがない。

【0046】また、請求項6記載の本発明は、加速度により移動可能な慣性体と、前記慣性体を支持し慣性体の移動時に変形する支持梁と、前記支持梁に隣接して設置された圧電素子からなる励振部と圧電素子からなる受信部と伝播部とを有する共振体を備え、加速度が印加された際、前記支持梁の変形に対応した共振体の変形により生じる共振体の振動状態の変化を前記励振部への入力信号と受信部よりの出力信号により検出して、印加された加速度を測定する加速度センサーであって、前記共振部へ連絡する配線パターンは、前記圧電素子により形成される段差を通過する部分の配線パターンは、平坦領域上の配線パターンよりも幅が広い加速度センサーである。

【0047】このような構成により、配線材料のカパレッジが悪いもしくは薄い膜厚の配線を用いた場合に高段差上を配線材料が乗り越えた場合においても、段差上での配線が切れてしまい配線不良を引き起こすことはなく、さらに、平坦領域上では配線の面積を小さくすることが可能となり、配線の寄生容量を減少させることが可能となる。

【0048】また、請求項7記載の本発明は、加速度により移動可能な慣性体と、前記慣性体を支持し慣性体の移動時に変形する支持梁と、前記支持梁に隣接して設置された圧電素子からなる励振部と圧電素子からなる受信部と伝播部とを有する共振体を備え、加速度が印加された際、前記支持梁の変形に対応した共振体の変形により生じる共振体の振動状態の変化を前記励振部への入力信号と受信部よりの出力信号により検出して、印加された加速度を測定する加速度センサーであって、更に、環境変化には対応するが加速度変化には対応しない出力信号を出力する温度補償用センサーを有する加速度センサーである。

【0049】ここで、請求項8記載のように、温度補償用センサーは、温度変化時に変形する支持梁と、前記支持梁に隣接して設置された圧電素子からなる励振部と圧電素子からなる受信部と伝播部とを有する共振体を備え、温度が変化した場合、前記支持梁の変形に対応した共振体の変形により生じる共振体の振動状態の変化を前記励振部への入力信号と受信部よりの出力信号により検出して、温度変化を測定してもよい。

【0050】このような構成により、環境温度の変化により、共振体が熱膨張を起こして共振体の張力変化が発生し、共振周波数の変化を引き起こして加速度測定の誤差を引き起こすことを防ぐことが可能となる。

【0051】また、請求項9記載の本発明は、加速度に

より移動可能な慣性体と、前記慣性体を支持し慣性体の移動時に変形する支持梁と、前記支持梁に隣接して設置された圧電素子からなる励振部と圧電素子からなる受信部と伝播部とを有する共振体を備え、加速度が印加された際、前記支持梁の変形に対応した共振体の変形により生じる共振体の振動状態の変化を前記励振部への入力信号と受信部よりの出力信号により検出して、印加された加速度を測定する加速度センサーであって、前記共振部へ連絡する配線パターンは、前記支持梁を第1の方向に変形させる力を印加する構成要素と、前記第1の方向の反対方向に変形させる力を印加する構成要素とを有する加速度センサーである。

【0052】このような構成により、配線パターンの構成材料が異なったものを用いた場合でも、加速度センサー形成プロセス中の熱履歴により支持梁に印加される応力を互いにキャンセルすることができ、支持梁にねじれを発生させることがないため、加速度に対し方向性を持った出力信号とならず、正確な加速度を検出することが可能となる。

【0053】以上の構成において、請求項10記載のように、伝搬部と慣性体は、基板に形成された不純物拡散領域を利用して形成されていてもよい。

【0054】ここで、請求項11記載のように、シリコン基板内の不純物拡散領域の異なる拡散深さをストップ層として利用したエッチング加工により、互いに厚さの異なる支持梁と伝播部とを形成してもよい。

【0055】このような構成により、エッチングレートに依存することなく、不純物拡散層の不純物濃度により、一括して制御性良く支持梁ならびに伝搬部の異なる膜厚の領域を形成することが可能となる。

【0056】（実施の形態1）以下、本発明の加速度センサーの実施の形態1について、図面を参照しながら詳細に説明をする。

【0057】図1(a)は、本実施例における加速度センサーの平面図であり、図1(b)は、同加速度センサーの要部を示す斜視図である。

【0058】図1において、1はシリコン基板、2は慣性体、3は支持梁、4は励振部、5は受信部、6は伝搬部、7は主として励振部4、受信部5、伝搬部6から構成された共振体、8は入力信号線、9は入力側共通信号線、10は出力信号線、11は出力側共通信号線、12は励振側圧電素子、13は受信側圧電素子、14は共振体7をシリコン基板1から分離する共振体貫通穴、15は慣性体をシリコン基板1から分離する慣性体貫通穴である。なお、入力側共通信号線9と出力側共通信号線11は、0電位を付与するためのものであるため、相互に結合した一体構造として簡便化している。

【0059】図2は、本実施例における加速度センサーの断面図であり、図2(a)は図1のA-A'断面図を、図2(b)は図1のB-B'断面図を各々示す。

【0060】図2において、更に、16は層間絶縁膜、17は保護膜、18は不純物拡散層を示すが、図1においてはこれらの記載を省略し、シリコン基板1を示したものである。

【0061】ここで、入力信号線8、入力側共通信号線9、出力信号線10、出力側共通信号配線10の配線パターンは、A-A'面に対称形状である。これらのパターンは、後述する作製工程上の熟履歴の影響を抑制するためにシリコン基板1上で全体的に対称であれば好ましいが、更に支持梁3上ではこの支持梁3がたわむため、均等なたわみを発生するように支持梁3上とその近傍では対称形状であることが重要である。

【0062】以上の構成の加速度センサーの作製方法について、以下具体的に説明をする。図3は、本実施例の加速度センサーの断面図を用いた作製工程を示す説明図である。

【0063】図3において、図1、2と同じ部材には同様の番号を付した他、32はシリコン窒化膜、33は窒化膜マスク、34はボロン含有拡散剤、35はボロン不純物拡散層、36はシリコン窒化膜マスク、37はボロン含有拡散剤、38は裏面エッチングマスクである。なお、ボロン不純物拡散層35は、図1、2に示した不純物拡散層18にボロンを用いたものである。

【0064】まず、図3(a)に示すように、(110)の基板面方位を持つシリコン基板1上に、減圧CVD法にてシリコン窒化膜32を形成する。この場合の形成条件は、CVD駆動出力(RF Power): 200W、反応ガス流量比: $\text{SiH}_4/\text{NH}_3/\text{N}_2=10/30/100\text{ sccm}$ 、真空度: 100Pa、基板温度300℃の条件によりプラズマCVD法にてシリコン窒化膜32を2μmの膜厚に形成する。

【0065】次に、この上に、スピニングコートにてフォトレジストを1.5μmの膜厚でスピニングコートする。

【0066】しかる後、ボロン拡散を行う領域が開口するように、フォトレジストをフォトマスクを用い露光、現像する。

【0067】そして、新たにフォトレジストをマスクとし、リン酸をエッチャントに用いてエッチング除去し、フォトレジストの開口部に対応した領域のシリコン窒化膜32を開口することで、シリコン窒化膜マスク33を形成する。

【0068】その後、図3(b)に示すように、ボロン含有拡散剤34(東京応化製:商品名PBF)をスピニングコートし、シリコン基板1や窒化膜マスク33上に膜形成をする。

【0069】そして、図3(c)に示すように、窒素雰囲気中1155℃で2時間熱処理を行ない、ボロン不純物拡散層35aを形成する。

【0070】次に、ボロン含有拡散剤34を $\text{HF}:\text{NH}_4\text{F}=1:5$ の濃度のバッファード弗酸を用いウェット

エッチングを行い、さらにシリコン窒化膜マスク33をリン酸を用いウェットエッチングにより除去した後、図3(a)と同様にシリコン基板1上にシリコン窒化膜を形成し再度ボロン拡散領域に対応した部分を開口して残余にシリコン窒化膜マスク36を形成する。

【0071】その後、ボロン含有拡散剤37を図3

(b)と同様にスピニングコートし、窒素雰囲気中1155℃で5時間の熱処理を行い、図3(c)よりも浅いボロン不純物拡散層35bを形成する。

【0072】その結果、シリコン基板1中には2種類の深さのボロン不純物拡散層35a、bが形成されることになる。

【0073】そして、図3(d)に示すように、ボロン含有拡散剤37とシリコン窒化膜マスク36を同様にウェットエッチングで除去する。

【0074】ついで、膜厚800nmのAl膜を、駆動出力(RF Power): 1kW、Arガス流量: 15sccm、真空度: 18mTorrの条件のスパッタデポジションにて堆積した後、フォトレジストをスピニングコートにて1.5μmの膜厚でスピニングコートし、その後所望の配線パターンが得られるようにフォトレジストをフォトマスクを用い露光、現像する。

【0075】その後、フォトレジストをマスクとし、Al膜をリン酸を用いウェットエッチングすることでパターンニングし、入力側と出力側共通の共通信号線9、11を形成する。

【0076】そして、共通信号線9、11上に、駆動出力(RF Power): 100W、ガス流量: $\text{Ar}/\text{O}_2=5/5\text{ sccm}$ 、真空度: 100mTorr、基板温度300℃の条件にて膜厚1.5μmのZnOをスパッタデポジション後、フォトレジストをスピニングコートにて1.5μmの膜厚でスピニングコートし、その後所望の圧電体パターンが得られるようにフォトレジストをフォトマスクを用い露光、現像する。その後、フォトレジストをマスクとし、ZnO膜を酢酸を用いウェットエッチングすることでパターンニングし、励振側圧電素子12と受信側圧電素子13を形成する。

【0077】引き続き、CVD駆動出力(RF Power): 100W、反応ガス: $\text{SiH}_4/\text{N}_2\text{O}=10/150\text{ sccm}$ 、真空度: 100Pa、基板温度300℃の条件によりプラズマCVD法にて、膜厚1μmのシリコン酸化膜を堆積し、層間絶縁膜16を形成する。

【0078】その後、膜厚800nmのAl膜を、駆動出力(RF Power): 1kW、Arガス流量: 15sccm、真空度: 18mTorrの条件のスパッタデポジションにより堆積した後、フォトレジストをスピニングコートにて1.5μmの膜厚でスピニングコートし、その後所望の配線パターンが得られるようにフォトレジストをフォトマスクを用い露光、現像する。その後、フォトレジストをマスクとし、Al膜をリン酸を用いウェッ

トエッチングすることでパターンニングし、入力信号線8と出力信号線10とを形成する。

【0079】そして、表面に、駆動出力(RF Power):100W、反応ガス:SiH₄/N₂O=10/150sccm、真空度:100Pa、基板温度300℃の条件により、プラズマCVD法にて膜厚1μmのシリコン酸化膜を堆積することで、図3(e)に示すように、保護膜17を形成する

その後、シリコン基板1の裏面に、駆動出力(RF Power):200W、反応ガス:SiH₄/NH₃/N₂=10/30/100sccm、真空度:100Pa、基板温度300℃の条件によりプラズマCVD法にて、膜厚4μmのシリコン酸化膜を堆積する。

【0080】しかる後、フォトリジストを、スピナーにて、1.5μmの膜厚でスピコートし、その後、所望のエッチングマスクパターンが得られるようにフォトリジストをフォトマスクを用い露光、現像する。

【0081】その後、フォトリジストをマスクとし、シリコン窒化膜膜をリン酸を用いウエットエッチングすることでパターンニングし、図3(f)で示すように、裏面エッチングマスク38を形成する。

【0082】最後に、図3(g)に示すように、基板をKOH水溶液40wt%により70℃にてエッチングを行い、その結果、ボロン不純物拡散領域35a、bはエッチングレートが遅いため、拡散の深さに応じた2種類の厚さの領域がエッチングされることなく残存し、一方不純物拡散がなされていない領域は表面までエッチングされるため慣性体貫通穴15を形成することができる。この際、共振体貫通穴14も同様に形成されている。

【0083】なお、シリコン基板内に異なる膜厚の領域を形成するためには、エッチングストップ用の不純物拡散層を用いずに、マスクを用いたドライエッチングによっても可能ではある。

【0084】しかしながら、加速度センサーのような構造では、支持梁の領域では20μm程度の膜厚に、共振体の部分では5μm程度の膜厚に各々加工する必要があるが、このような加工は、ドライエッチングよりも不純物拡散層を用いた場合が好適である。

【0085】例えば、ドライエッチングプロセスを用いた場合に、4インチ基板の標準的な厚さである400μmのシリコン基板の裏面からエッチングを行い、表面に20μmのシリコン層を残すような加工を想定すると、380μmのエッチングを行う必要があるため、一般的なエッチングばらつきを10%と見積ると、エッチング誤差は38μmとなる。

【0086】一方、拡散温度1200℃として、拡散によりエッチングストップ層を形成した場合、一般的な電気炉の温度ばらつきは最大で±5℃程度である。簡単のために電気炉の温度ばらつきを±10℃と見積ると、温度範囲は1190~1210℃となり、拡散係数の平方

根は1200℃の場合、 $6.25 \times 10^{-1} (\mu/\text{hr}^{-1/2})$ に対して、1190℃では $5.87 \times 10^{-1} (\mu/\text{hr}^{-1/2})$ 、1210℃では $6.90 \times 10^{-1} (\mu/\text{hr}^{-1/2})$ とばらつきを持った値となる。

【0087】そして、拡散深さは拡散係数の平方根に比例するため、拡散温度1200℃で深さ20μmの拡散を行った場合、電気炉の温度ばらつきが原因による拡散深さのばらつきは温度ばらつきの拡散係数の平方根に比例し18.8~22.1μmとなる。

【0088】つまり、加速度センサーへの微細加工では、ドライエッチングよりも不純物拡散層をストップ層としたウエットエッチングの方が好適である。

【0089】さらに、共振体の部分を5μmに、支持梁の部分を20μmへと2種類の膜厚を形成する場合においては、4インチ基板の場合の400μmの膜厚を持つシリコン基板裏面から380μmのエッチングを行った後に再度パターンを形成して15μmのエッチングを行う必要がある。

【0090】しかしながら、380μmの段差上へフォトリジストを均一な膜厚で形成し、さらにフォトリジストを精度良く露光しパターンを形成することは現在の技術では非常に困難である。一方、両面からエッチング加工し段差を形成する方法によっても2種類の異なる膜厚を有する構造は形成可能ではある。

【0091】具体的には前記20μmと5μmの2種類の異なる膜厚を得るためにプロセス初期の段階で5μmの膜厚を得たい領域を表面側から15μmの深さでエッチングする。

【0092】その後、プロセスの最終段階でシリコン基板裏面側より20μmと5μmの膜厚を形成したい領域共に4インチ基板の標準的な厚さである400μmから380μmのエッチングを行う。

【0093】その結果、表面側から15μmのエッチングを裏面側から380μmのエッチングを行った領域では膜厚が5μmとなり、一方、表面側にはエッチングを行わず裏面側から380μmのエッチングのみを行った領域では20μmの膜厚が得られることとなる。

【0094】この方法によれば、2種類の膜厚形成のためのエッチングパターンは共に、段差上に形成する必要はないが、このような方法を用いた場合においても、表面側には15μmの段差が存在することになる。

【0095】このような表面側段差上に、圧電体配線などの微細パターンを断線を生じさせることなく形成することは現在の技術では非常に困難である。

【0096】なお、以上の作製工程において、不純物拡散マスクとしてシリコン窒化膜を用いたが、膜厚の厚い酸化膜を用いてもよい。

【0097】また、この窒化膜はプラズマCVD法により形成したが、熱窒化膜、CVD窒化膜等により形成してもよい。

【0098】また、共通信号線ならびに入力信号線、出力信号線のA1の堆積にスパッタデポジションを用いたが、エピタキシャル成長、蒸着等、他の堆積方法を用いることもできる。

【0099】また、層間絶縁膜としてシリコン酸化膜を用いたが、シリコン窒化膜を用いてもよい。

【0100】また、シリコン基板のエッチャントとしてKOH水溶液を用いたが、エチレンジアミンとピロカテコールと水からなるいわゆるEDPエッチング液を用いてもよい。

【0101】また、シリコン基板裏面のエッチングマスクとしてシリコン窒化膜を用いたが、膜厚の厚い酸化膜を用いてもよい。

【0102】また、ボロン濃度の同じ拡散ソースを用い拡散時間により不純物拡散層の深さを制御した場合について述べたが、その他ボロン濃度の異なる拡散ソースを用いた場合、同じ拡散時間で2種類の深さの不純物拡散層を形成することが可能となし、ボロン含有拡散剤の膜厚を変化させてもボロン濃度の異なる拡散ソースを用いた場合と同様の結果が得られる。

【0103】また、表面にコートした拡散ソースによりボロン拡散を行ったが、ガスソースを用い拡散してもよい。

【0104】さて、以上のように構成された加速度センサーについて、以下原理的な面も含めた動作を説明する。

【0105】まず、入力側信号線8と入力側共通信号線9の間に交流信号を印加するとすれば、その結果、励振側圧電体12は、交流信号の周波数に相当する周波数を持った振動をする。

【0106】ここで、励振側圧電体12で発生した振動が、共振体7の持つ固有共振周波数と一致した場合、励振側圧電体12で発生した振動は増幅され、受信側圧電素子13を振動させる。

【0107】そして、共振体7からの振動を受けた受信側圧電素子13は、共振体7の振動周波数に相当する周波数の交流信号を発生させ、発生した交流信号は、出力信号線10並びに出力側共通信号線11を通して、出力信号として取り出される。

【0108】一方、共振体の持つ固有共振周波数と異なった場合には、励振側圧電体12で発生した振動は、効率的に受信側圧電体13に伝わらず、受信側圧電体からの出力は実質得られない。

【0109】従って、入力側圧電素子へ印加する交流信号の周波数並びに出力側圧電素子の出力を測定することで、共振体の共振周波数を求めることが可能となることがわかる。

【0110】このような原理動作を行なう構成下で、図1において、紙面に垂直方向に加速度が印加されると慣性体2がその加速度方向に上下運動をする。

【0111】この慣性体2の運動により、支持梁3には慣性体2側を運動端とし、その反対側を固定端としたたわみが発生すると共に、共振体7には紙面に平行な方向に伸縮運動が発生する。

【0112】この伸縮運動は共振体7に張力を与え、共振体7は張力が増加した場合に共振周波数の増加を引き起こし、張力が減少した場合共振周波数が減少する。

【0113】従って、この周波数変化を検出することにより加速度を測定することが可能となる。

【0114】ここで、前述したように、入力信号線8、入力側共通信号線9、出力信号線10、出力側共通信号線10の配線パターンは、A-A'面に対し、好適にはシリコン基板1上で全体的に、または少なくとも支持梁3上とその近傍では対称形状である。

【0115】よって、シリコン基板1上で全体的に対称形状とした場合には、加速度センサー形成プロセス中の熱履歴によっても、入力信号線8材料並びに入力側共通信号線9材料が基板1及び支持梁3へ応力を与えることはなく基板1及び支持梁3は変形せず、更に、少なくとも支持梁3上で対称形状とした場合には、加速度センサー形成プロセス中の熱履歴により、支持梁3自体でねじれを発生させることがない。

【0116】以上より、本実施の形態においては、加速度に対して、方向性を持った出力信号を排除し、正確な加速度を検出することが可能となる。

【0117】（実施の形態2）次に、本発明の第2の実施の形態として、実施例1における加速度センサーの静電容量特性について、図面を参照しながら説明をする。

【0118】図4(a)、(b)は、各々、本実施例における不純物拡散層の有りなしに対応した加速度センサーの静電容量が発生する領域を示した模式図である。

【0119】図4において、図1～3と同様の符号を付した他、 C_1 は入力側層間絶縁膜静電容量、 C_2 は入力信号線静電容量、 C_3 は励振側圧電体静電容量、 C_4 は出力側層間絶縁膜静電容量、 C_5 は出力信号線静電容量、 C_6 は受信側圧電体静電容量、41は自然酸化膜である。

【0120】まず、実施の形態1で説明した加速度センサーにおいて発生する静電容量について検討すると、入力側においては、励振側圧電素子12に対応した領域の層間絶縁膜16に起因して発生する入力側層間絶縁膜静電容量 C_1 、励振側圧電素子12に対応した領域以外の領域の層間絶縁膜16に起因して発生する入力信号線静電容量 C_2 、及び励振側圧電素子12に対応して発生する励振側圧電容量 C_3 が考えられ、一方、出力側においては、受信側圧電素子13に対応した領域の層間絶縁膜16に起因して発生する出力側層間絶縁膜静電容量 C_4 、受信側圧電素子13に対応した領域以外の領域の層間絶縁膜16に対応して発生する出力信号線静電容量 C_5 、及び受信側圧電素子13に対応して発生する受信側圧電容量 C_6 が考えられる。

【0121】ここで、シリコン基板1上に直接、入力、出力側の双方を兼ねる共通信号線9、11を形成した場合には、共通信号線9、11を形成するまでに、シリコン基板1に酸素成分が触れてその表面上にシリコン酸化膜領域である自然酸化膜41が形成されることが多い。

【0122】このような場合、シリコン基板1と共通信号線9、11との間で外的な影響により電位差が発生すると、自然酸化膜41が新たな静電容量成分を発生させる原因となってしまう。

【0123】つまり、シリコン基板1上に、このような自然酸化膜の形成がなされたら、共通信号線—自然酸化膜—単結晶シリコン基板間で部分的に寄生MOS構造が形成され、このようなMOS構造となった領域下のシリコン基板1の電位が、ノイズの混入等の外的影響により共通信号線の電位と異なる状態になった場合、寄生容量が新たに形成されることになる。

【0124】このような新たな静電容量成分が発生すると、図4(a)で示すような回路が発生して励振側圧電素子12や受信側圧電素子13の駆動条件等が変化し、測定されるべき加速度に正確に対応した共振体の共振周波数変化が得られなくなる。

【0125】そこで、図1～図3及び図4(b)で示すように、シリコン基板1と共通信号線9、11との間に、不純物拡散層18(35)を設けると、自然酸化膜41により新たな静電容量が発生することを効果的に抑制できる。本願発明者の検討によると、図4(a)のように新たな静電容量が発生するのは、共通信号線9、11とシリコン基板1との抵抗値が大きく異なっているため、外的影響により自然酸化膜41を挟んで電位差が発生し、これに対応して自然酸化膜41の静電容量成分が顕在化するためであると考えられる。

【0126】よって、シリコン基板1にボロン等の適当な不純物を拡散して不純物拡散層18を形成し、共通信号線9、11の抵抗値と同等に調整することにより、共通信号線9、11と不純物拡散層18とが等電位となり、図4(b)等で示すような等価回路が形成され、自然酸化膜41により新たな静電容量が発生することを効果的に抑制できるわけである。

【0127】例えば、本実施の形態において、実施の形態1記載の加速度センサーの製造工程を用いたとすると、ボロン不純物拡散層をエッチングストップ層とするためには、ボロン不純物濃度が 10^{19} cm^{-3} 以上必要であるが、ボロン不純物濃度が 10^{19} cm^{-3} 以上であった場合、抵抗率は $9 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下となり、一般の配線材料として好適に使用できる。

【0128】一方、不純物拡散層を形成せず、シリコン基板を共通信号線とした場合、通常のシリコン基板では抵抗率は $1 \Omega \cdot \text{cm}$ 程度と高いため、信号線と同等に機能させることは実質的にできないわけである。

【0129】なお、不純物拡散層の効果は、入力側共通

信号線9と出力側共通信号線11が共通でない場合であっても、実質的に共通電位(0電位)を与えるものであれば同等に発揮されるのはもちろんである。

【0130】次に、出力の大きさに影響を与える出力側の静電容量間の関係について検討をする。

【0131】図5は、実施の形態1で説明した加速度センサーにおいて発生した各静電容量が構成する等価回路のみを示した説明図である。なお、図5においても、0電位は一体化された共通信号線9、11により与えている。

【0132】図5において、Vは受信側圧電素子13の出力信号の電圧であり、Voutは出力信号線10から実際に得ることのできる電圧である。

【0133】ここで、VとVoutは以下の(数1)で示される関係にある。

【0134】

【数1】

【0135】よって、 $V_{\text{out}} = V / (1 + C_5/C_4)$ によって、圧電素子外に形成される出力信号線静電容量 C_5 と、出力側圧電膜上層間絶縁膜静電容量 C_4 の比が出力信号の大きさを決定する。

【0136】この出力信号の大きさは、加速度センサーのおかれる環境、例えば周囲からの雑音の混入の多さ、ならびに出力信号増幅器の性能により決定されるが、本実施の形態の構成を用いた加速度センサーの場合、受信側圧電素子13の出力信号の電圧Vは、原理的には5mV程度である。

【0137】一方、本実施の形態の構成の加速度センサーの場合のノイズ成分は約0.1mV程度であり、一般的に1/5程度以上のSN比になった場合、フィルター回路が必須となる。

【0138】しかしながら、出力信号線10から実際に得ることのできる電圧は、(数1)により規定されるから、例えば出力信号線静電容量 C_5 が出力側圧電膜上層間絶縁膜静電容量 C_4 の10倍とした場合、出力信号線より得られる電圧は約0.5mV程度となる。

【0139】つまり、出力信号線静電容量 C_5 が出力側圧電膜上層間絶縁膜静電容量 C_4 の10倍とした場合には、SN比が1/5であるからフィルター回路が必要と考えられるが、これらの比を10倍以下とした場合には、SN比が1/5以下となりフィルター回路を設ける必要はないことがわかる。

【0140】このように、出力信号線静電容量 C_5 を、出力側層間絶縁膜静電容量 C_4 の10倍以内とすることで、フィルター回路を用いることなく加速度センサーの形成が可能となる。

【0141】以上より、本実施の形態においては、シリコン基板内に不純物拡散層を設けることにより、シリコン基板と0電位を与える共通信号線との界面で発生する自然酸化膜の静電容量上への影響を排除し、より正確な

加速度測定をすることができると共に、受信側圧電素子に対応した領域以外の層間絶縁膜に起因した静電容量が受信側圧電素子に対応した領域の層間絶縁膜の静電容量の所定値であることで、寄生配線間容量による出力信号の減衰の影響を効果的に排除し、正確でSN比の大きい出力信号を得ることができる。

【0142】特に、加速度センサーの微細化に伴う信号検出領域の微細化により、出力信号が減少する傾向にある場合においても、充分に対応が可能である。

【0143】（実施の形態3）次に、第3の実施の形態として、実施の形態1における加速度センサーの配線パターンの配設の仕方について、図面を参照しながら説明をする。

【0144】図6は、受信側圧電素子13用の配線パターンを代表的に示した構成図であり、L1は出力信号線10が受信側圧電素子13に連絡する連絡部を示し、L2はその内平面上に配設された部分、及びL3は、受信側圧電素子13に連絡するためにその内の上下方向に形状が変化する部分を各々示す。

【0145】本実施の形態においては、出力信号線10及び出力側共通信号線11は、A1を用いて膜厚600nmで形成し、受信側励振素子13はZnOを用いて膜厚2μmで形成した。

【0146】従って、このような膜厚構成で加速度センサーを形成した場合、出力信号線10は、受信側励振素子13により形成される2μmの段差を乗り越える必要がある。

【0147】この2μmの段差の存在は、A1配線の膜厚が十分に厚い場合、例えば2μm以上の膜厚であった場合や、段差部におけるカバレッジが十分である堆積方法を用いて励振素子の側面が垂直又は順テーパであった場合には、配線の断線等の発生は起こらず問題とはならない。

【0148】しかしながら、現状のシリコンLSIプロセスを用いた場合、スパッタデポジション法を用いてA1をデポジションする場合、A1膜厚を厚くデポジションすることができないし、励振素子の側面を順テーパの形状に加工し、かつ2μmの段差をカバレッジよくデポジションすることは困難であるから断線が発生し易い傾向にある。また、断線が発生しない場合でも、段差部では配線膜厚が薄くなってしまい、配線太さが段差部と平坦部で同じであった場合には、配線内に流れる電流密度は高くなり、A1配線がエレクトロマイグレーション等を起こした場合、信号線の信頼性を低下させてしまう。

【0149】そのために、本実施の形態においては、出力信号線10が受信側圧電素子13に連絡する連絡部L1中で、平面上に配設された部分L2では、電流方向に対して線幅11とし、上下方向に形状が変化する部分L3では、電流方向に対して線幅12を11より太く設定

する。

【0150】以上のように、本実施の形態の構成により、配線の断線や破損等の発生を防止し、信頼性を効果的に向上することができる。

【0151】なお、本実施の形態では、受信側圧電素子13用の配線パターンについて説明をしたが、励振側圧電素子用の配線パターンにおいても同様である。

【0152】また、出力信号線に限らず立体的に配線形状が変化する場合には、同様の構成を採ることが可能である。

【0153】（実施の形態4）次に、第4の実施の形態として、実施の形態1の加速度センサーに温度補償機能を付加した構成について、図面を参照しながら説明をする。

【0154】図7は、本実施の形態における加速度センサーの構造を示すブロック図であり、71は加速度センサー、72は温度補償用センサー、73は演算装置、S₁は加速度センサー71からの出力信号、S₂は温度補償センサーからの出力信号、S₀は演算装置73からの出力である。

【0155】実施の形態1に代表されるような共振周波数変化により加速度を検出する加速度センサーにおいては、温度変化に依存して共振周波数が変化する。

【0156】そのため、加速度センサーの出力信号には、加速度だけでなく温度変化の成分も含まれてしまう。

【0157】そこで、本実施の形態では、温度補償用センサー72と演算装置73を付加した構成とし、加速度センサー71の出力信号S₁と温度補償用センサー72の出力信号S₂とを演算装置73に入力し、演算装置73でS₀=S₁-S₂の演算を実行し、S₀を出力信号として出力する。

【0158】よって、このように加速度センサー71の出力信号から温度補償センサー72の出力信号の差分をとることで、加速度成分のみの出力信号を得ることが可能となる。

【0159】次に、温度補償センサー72の好適な具体的構成について説明をする。図8は、温度補償用センサーの構造を示す構成図であり、図8（a）はその平面図、図8（b）はそのA-A'断面図である。

【0160】図8において、81はシリコン基板、84は励振部、85は受信部、86は伝搬部、87は主として励振部84、受信部85、伝搬部86から構成された共振体、88は入力信号線、89は入力側共通信号線、90は出力信号線、91は出力側共通信号線、92は励振側圧電素子、93は受信側圧電素子、94は共振体87をシリコン基板81から分離する共振体貫通穴、96は層間絶縁膜、97は保護膜、98は不純物拡散層を示すが、図8（a）においてはこれらの記載を省略してある。なお、入力側共通信号線と出力側共通信号線は、0

電位を付与するためのものである、相互に結合した一体構造として簡便化している。

【0161】つまり、この温度補償用センサー72は、実施の形態1で詳細を示す加速度センサー71と同様な構造であるが、慣性体に相当する領域がシリコン基板と分離されていない、つまり可動な慣性体がない構造を有する。

【0162】よって、このセンサーは加速度を受けても共振体が伸び縮みすることなく加速度による共振周波数の変化は起こらない。

【0163】一方、環境温度が変化した場合には、共振体が熱膨張を起こし、共振周波数が変化する。

【0164】その結果、共振周波数の温度特性が温度補償用センサー72により得られ、加速度センサー71と温度補正用センサー72との共振周波数の差分が、温度特性を含まない実際の加速度として得られる。

【0165】以上の本実施の形態の構成により、温度補償センサーを用いることにより、温度変化に依存しない正確な加速度が測定でき、かつ温度補償センサーと加速度センサーの基本構成が同様であるため、部材及び作製方法の共通化による低コスト化、並びに品質の安定化を図ることができる。

【0166】(実施の形態の5)次に、第5の実施の形態として、実施の形態1の加速度センサーの配線パターンについて検討を加えた構成を、図面を参照しながら説明をする。

【0167】図9は、本実施の形態において形成した加速度センサーの配線パターンの模式図であり、99は入力、出力側共通信号線である。

【0168】実施の形態1において詳細に説明した構成の加速度センサーは、入力信号を励振部4に印加することにより、励振部4で発生した振動を受信部5において感知し、信号として出力する機能を有するものであり、入力側、出力側の共通信号線9、11を伝搬部6上で接続し、一体化する構造を有するものである。

【0169】よって、機能的には、入力側か出力側か、どちらか一方に配線を伸ばしていれば足り、入力側、出力側配線共に伸ばす必要はかならずしもなく、一方のみを0電位に接続すべく伸ばしておけばよい。

【0170】具体的には、例えば、図9(b)に示すように入力側の共通線の延在部は省略し、図9(a)に示す出力側共通信号線11を、入力、出力信号線99として用いられたい。もちろん、入力側共通信号線9を、入力、出力信号線99として用いてもよい。

【0171】このような入力、出力共通線99を用いた詳細構造を図10に示す。図10において、支持梁3上の配線パターンは片側しか形成されていないため、信号供給の配線パターンは、A-A'線に対称形状となっていない。

【0172】つまり、このように配線パターンを支持梁

3の片側のみに形成する非対象な構造においても、電気回路的には加速度センサーを形成することは可能である。

【0173】しかし、シリコンLSI形成プロセスを用いスパッタデポジション法によりAl、ZnOを各々用いて配線、圧電素子を形成し、プラズマCVD法によりSiO₂の保護膜、層間絶縁膜を形成した場合、各々シリコン基板に対し、Alは圧縮応力を、ZnO及びSiO₂は、引っ張り応力を与え、図10(b)に示すように、支持梁3の変形が、一方は凸面、他方は凹面に反り非対称となってしまう。

【0174】このような歪んだ形状の加速度センサーでは、加速度に対する感度に方向性をもってしまい、加速度が印加されていない方向の加速度を誤って検知する等の事態が発生し、加速度センサーの機能低下をもたらす。

【0175】この詳細な様子を、図11(a)～(c)に示す。図11(a)において、101はシリコン基板1上のAlデポジション膜を示し、このようなシリコン基板1とAlデポジション膜101との積層構造では、Al膜101がシリコン基板1に対して圧縮応力を与えるため、シリコン基板1はAlデポジション膜101面を凹面にするように反ってしまう。

【0176】一方、シリコン基板1に対し引っ張り応力を与えるSiO₂、ZnO膜の場合では、図11

(b)、(c)に示すように、SiO₂膜102、ZnO膜103面を凸面にするように反ってしまう。

【0177】ただし、これらデポジション膜による引っ張り、圧縮応力は、組み合わせて積層構造とし、膜厚を調整することで、シリコン基板1へ伝わる応力が最小となる点が存在する。

【0178】よって、この基板1への応力が最小となる膜厚を用いて加速度センサーを形成することでシリコン基板1に応力を与えることなく、即ちシリコン基板1が歪んでいない状態の加速度センサーを形成することができる可能となる。

【0179】更に、配線部により発生する応力の影響を考慮するのであれば、構成された各膜の膜厚調整により応力を与えないようにするに加え、配線パターンに対称形状を付加してもよい。

【0180】この場合は、例えば、図12に示すように入力信号線128をA-A'平面に対して対称に配置させ、配線パターンをより対称形状にすればよい。

【0181】以上の本実施の形態の構成により、配線パターンを非対称形状にしても、シリコン基板に与える応力の方向の異なる材料を配線材料と組み合わせることにより、加速度センサーの加速度を検知するために可動する部分を対称的に変形させることができ、より正確な加速度の検出を可能とすることができる。

【0182】なお、以上の実施の形態の構成を任意に組

合わせた加速度センサーを構成できることはもちろんである。

【0183】また、基板としては、単結晶のシリコン基板を用いることが、素子作製上及び特性上好適である。

【0184】

【発明の効果】本発明は、シリコンLSI形成プロセスを用い形成することが容易であって、小型で感度の良い加速度センサーを実現できる。

【0185】具体的には、まず、加速度センサー形成プロセス中の熱履歴により支持梁へ応力を与えた場合においても支持梁にねじれを発生させることがないため、加速度に対し方向性を持った出力信号とならず、正確な加速度を検出することが可能となる。

【0186】または、励振側や受信側の共通信号線と基板間で、寄生容量が発生して、出力信号が減衰することがなくなり、正確な加速度を検出することが可能となる。

【0187】または、センサーの微細化に伴う信号検出領域の微細化による出力信号の減少が発生した場合においても、出力信号に対して雑音成分が大きくなったり、出力信号が寄生配線間容量によって減衰してしまい、出力信号を正確に伝達することができなくなってしまうことがなく、正確な加速度を検出することが可能となる。

【0188】または、配線材料のカバレッジが悪い、もしくは薄い膜厚の配線を用いた場合に高段差上を配線材料が乗り越えた場合においても、段差上での配線が切れてしまい配線不良を引き起こすことはなく、さらに、平坦領域上では配線の面積を小さくすることが可能となり、配線の寄生容量を減少させることが可能となり、信頼性が高く、正確な加速度を検出することが可能となる。

【0189】または、環境温度の変化により、共振体が熱膨張を起こして果共振体の張力変化が発生し、共振周波数の変化を引き起こして加速度測定の誤差を引き起こすことを防ぐことが可能となり、正確な加速度を検出することが可能となる。

【0190】または、配線パターンの構成材料が異なったものを用いた場合でも、加速度センサー形成プロセス中の熱履歴により支持梁に印加される応力を互いにキャンセルすることができ、支持梁にねじれを発生させることがないため、加速度に対し方向性を持った出力信号とならず、正確な加速度を検出することが可能となる。

【0191】そして、半導体プロセスを用いても、エッチングレートに依存することなく、不純物拡散層の不純物濃度により、一括して制御性良く支持梁ならびに伝搬部の異なる膜厚の領域を形成することが可能となり、得られた加速度センサーは、正確な加速度を検出することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1における加速度センサー

の構成図

【図2】同加速度センサーの断面図

【図3】同加速度センサーの作製工程の説明図

【図4】本発明の実施の形態2における加速度センサーの静電容量の説明図

【図5】同加速度センサーの静電容量の等価回路図

【図6】本発明の実施の形態3における加速度センサーの配線パターンの部分構成図

【図7】本発明の実施の形態4における加速度センサーのブロック構成図

【図8】同加速度センサーの温度補償用センサーの構成図

【図9】本発明の実施の形態5における加速度センサーの配線の説明図

【図10】同加速度センサーの構成図

【図11】同加速度センサーの配線の変形をキャンセルする構成の説明図

【図12】同加速度センサーの構成図

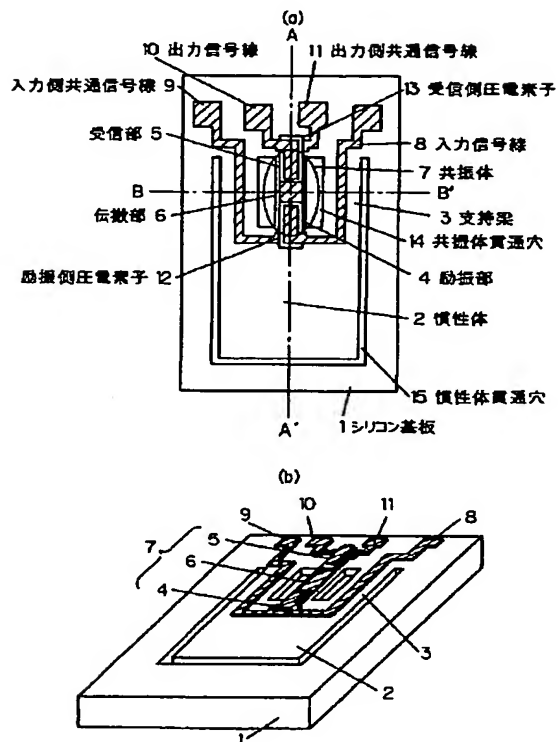
【図13】従来の共振型加速度センサーの構成図

【符号の説明】

- 1 シリコン基板
- 2 慣性体
- 3 支持梁
- 4 励振部
- 5 受信部
- 6 伝搬部
- 7 共振体
- 8 入力信号線
- 9 入力側共通信号線
- 10 出力信号線
- 11 出力側共通信号線
- 12 励振側圧電振動子
- 13 受信側圧電振動子
- 14 共振体貫通穴
- 15 慣性体貫通穴
- 16 層間絶縁膜
- 17 保護膜
- 32 シリコン窒化膜
- 33 シリコン窒化膜マスク
- 34 ボロン含有拡散剤
- 35 ボロン不純物拡散層
- 36 シリコン窒化膜マスク
- 37 ボロン含有拡散剤
- 38 裏面エッチングマスク
- 41 自然酸化膜
- 71 加速度センサー
- 72 温度補償用センサー
- 73 演算装置
- 81 シリコン基板
- 84 励振部

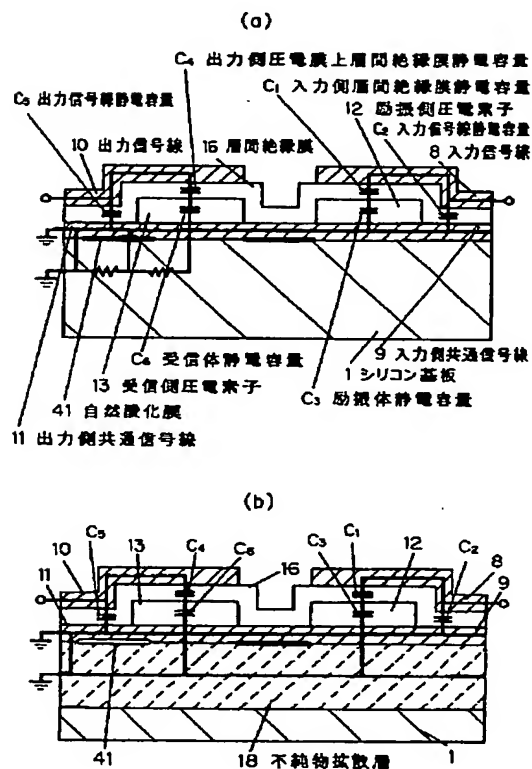
- 85 受信部
- 86 伝搬部
- 87 共振体
- 88 入力信号線
- 89 入力側共通信号線
- 90 出力信号線
- 91 出力側共通信号線
- 92 励振側圧電振動子
- 93 受信側圧電振動子
- 94 共振体貫通穴
- 96 層間絶縁膜
- 97 保護膜

【図1】

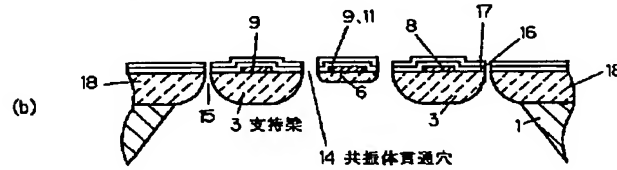
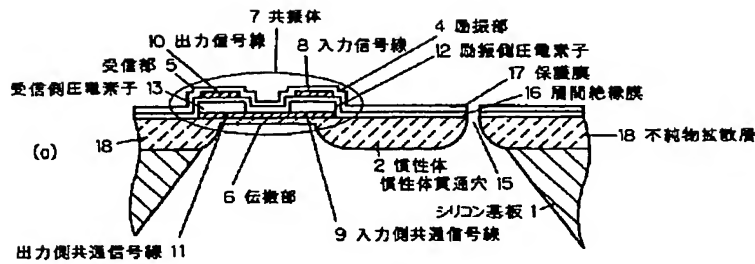


- 98 不純物拡散層
- 99 入力、出力側共通信号線
- 101 Alデポ膜
- 102 SiO₂デポ膜
- 103 ZnOデポ膜
- 128 入力信号線
- 200 振動体
- 201 慣性体
- 202 励振部
- 203 受信部
- 204 伝搬部
- 205 支持梁

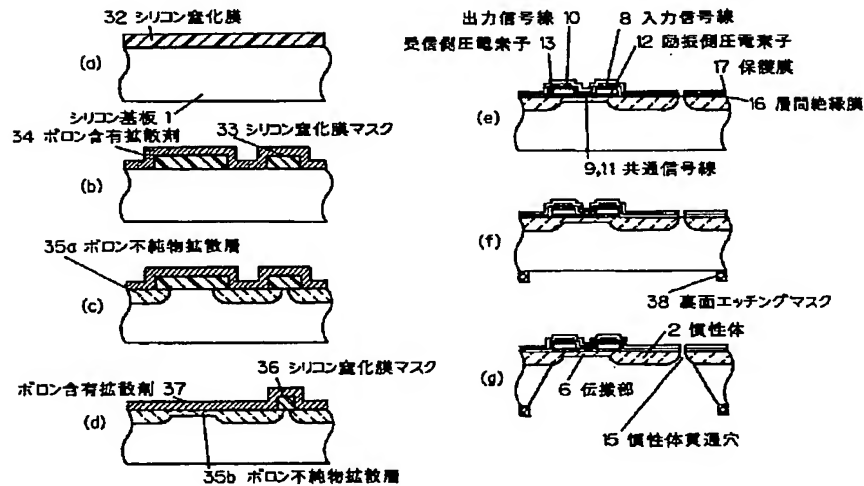
【図4】



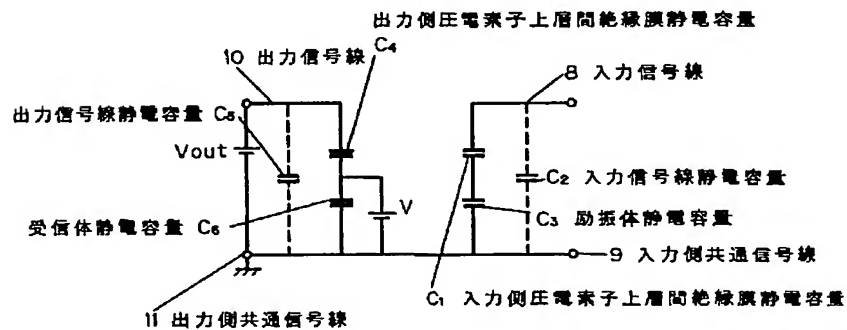
【図2】



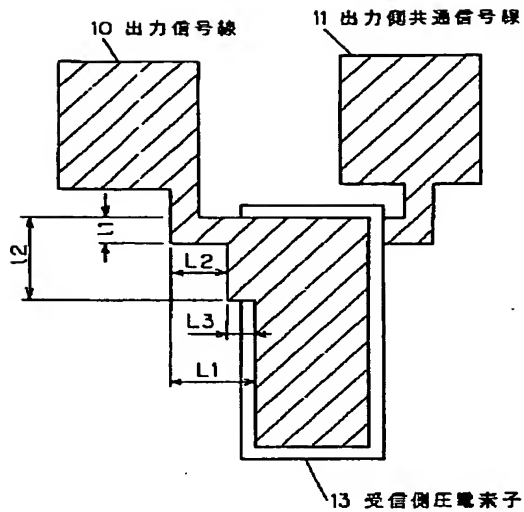
【図3】



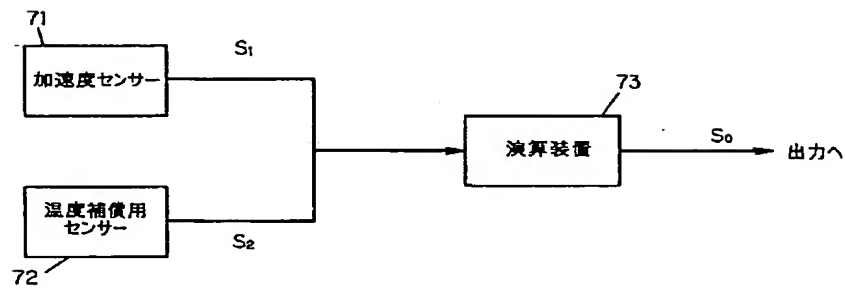
【図5】



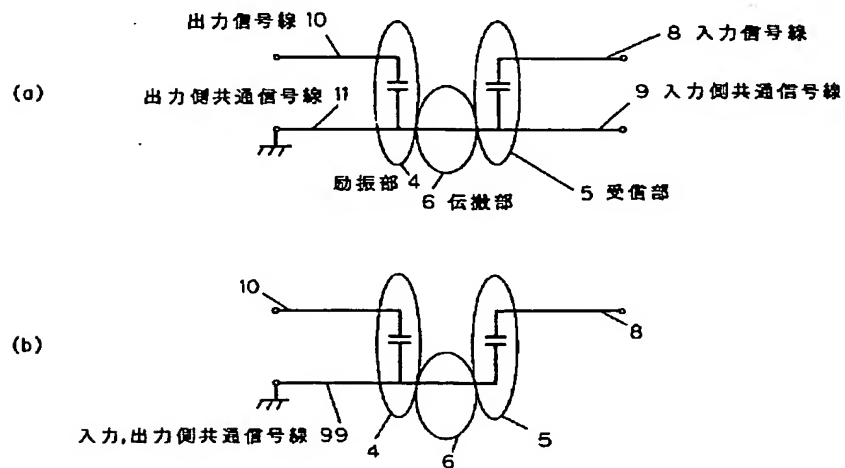
【図6】



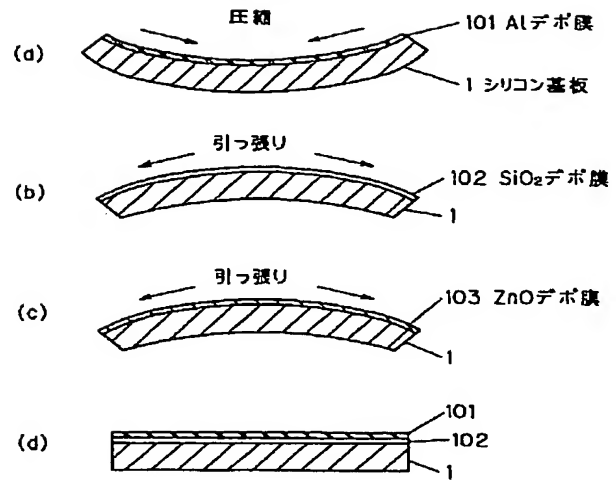
【図7】



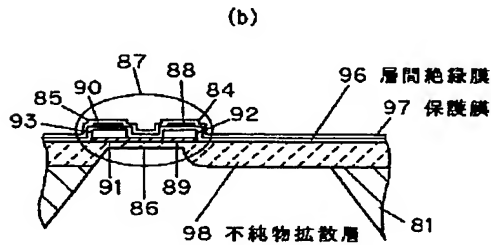
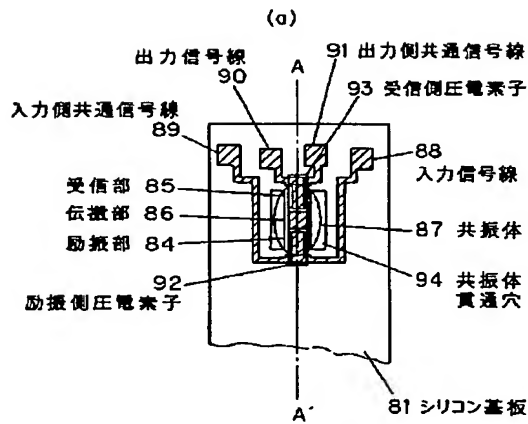
【図9】



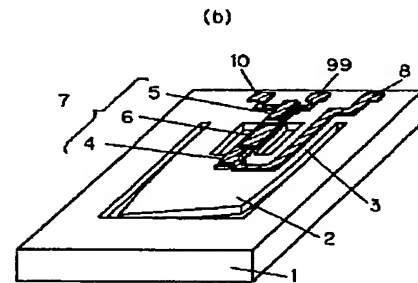
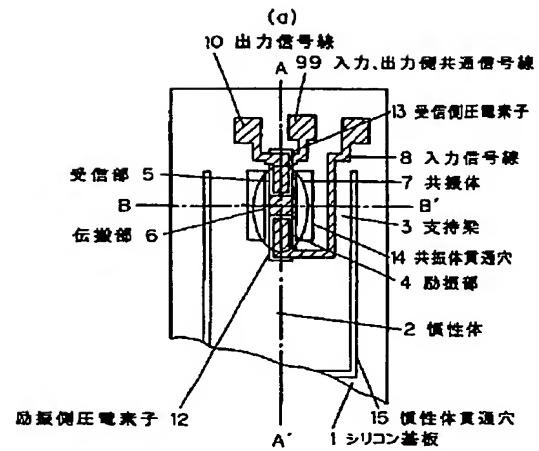
【図11】



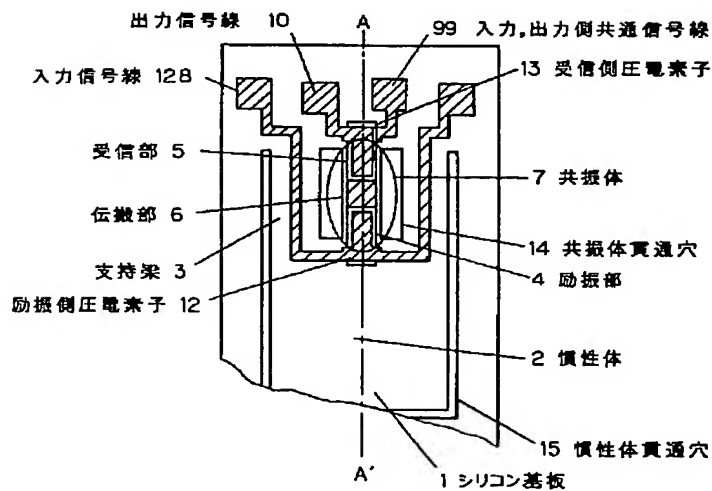
【図8】



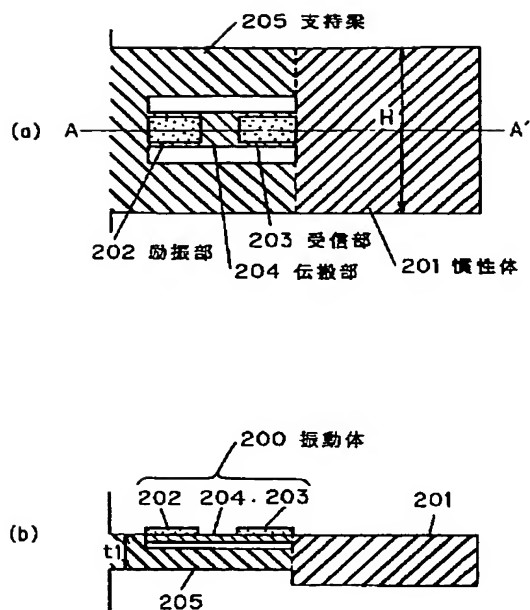
【図10】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 岩澤 利幸

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1
号 松下技研株式会社内

(72)発明者 三浦 眞芳

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1
号 松下技研株式会社内

(72)発明者 佐藤 健夫

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1
号 松下技研株式会社内

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)